

06.4.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 8 日
Date of Application:

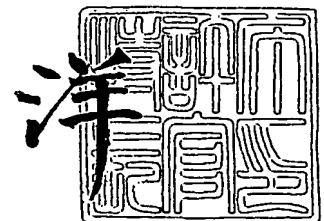
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 6 4 7 1 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 6 4 7 1 2]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 0390858204
【提出日】 平成16年 3月 8日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 27/28
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
 【氏名】 武川 洋
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
 【氏名】 菅野 靖之
【特許出願人】
 【識別番号】 000002185
 【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100067736
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小池 晃
【選任した代理人】
 【識別番号】 100086335
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 田村 榮一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100096677
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊賀 誠司
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 019530
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9707387

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

画像を表示する画像表示素子と、

上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、

第 1 の光学平面と、上記第 1 の光学平面に略平行に且つ光学瞳側に配される第 2 の光学平面と、上記第 1 の光学平面又は上記第 2 の光学平面の法線とのなす角が 30 度以上、90 度未満となる光軸を有し、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第 1 の光学平面及び上記第 2 の光学平面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、

上記プリズムが有する上記第 1 の光学平面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第 1 の光学平面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、

上記プリズムの上記第 1 の光学平面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第 1 の光学平面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、

上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第 1 の光学平面及び上記第 2 の光学平面で内部全反射させながら、上記反射透過面まで導光し、上記画像光の導光中に上記画像の中間像が形成されること

を特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

上記プリズム、上記プリズムが有する上記反射透過面、上記反射型光学素子、上記位相差光学素子を含む当該画像表示装置の虚像光学系は、全ての光学面の光軸が一致した共軸光学系であること

を特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】

上記入射光学面の上記光軸と、上記第 1 の光学平面又は上記第 2 の光学平面の上記法線とのなす角を A とし、上記プリズムが有する上記反射透過面と、上記第 1 の光学平面とのなす角を C とした場合に、上記角 A 及び上記角 C は、以下に示す (1) 式

$$A = 2C \quad (1)$$

を満たすこと

を特徴とする請求項 2 記載の画像表示装置。

【請求項 4】

上記反射光学素子は、凹面形状の反射面が上記光学瞳側を向くように、上記第 1 の光学平面側に配された凹面鏡であること

を特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 5】

上記反射光学素子は、ホログラム面が上記光学瞳側を向くように、上記第 1 の光学平面側に配された反射型ホログラム光学素子であること

を特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 6】

画像を表示する画像表示素子と、

上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、

第 1 の光学平面と、上記第 1 の光学平面に略平行に且つ光学瞳側に配される第 2 の光学平面と、上記第 1 の光学平面又は上記第 2 の光学平面の法線とのなす角が 30 度以上、90 度未満となる光軸を有し、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第 1 の光学平面及び上記第 2 の光学平面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、

上記プリズムが有する上記第 1 の光学平面側に配され、上記反射透過面で反射され、上

記第 1 の光学平面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、

上記プリズムの上記第 1 の光学平面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第 1 の光学平面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、

上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第 1 の光学平面で内部全反射させて、上記反射透過面まで導光すること
を特徴とする画像表示装置。

【請求項 7】

上記プリズム、上記プリズムが有する上記反射透過面、上記反射型光学素子、上記位相差光学素子を含む当該画像表示装置の虚像光学系は、全ての光学面の光軸が一致した共軸光学系であること

を特徴とする請求項 6 記載の画像表示装置。

【請求項 8】

上記入射光学面の上記光軸と、上記第 1 の光学平面又は上記第 2 の光学平面の上記法線とのなす角を A とし、上記プリズムが有する上記反射透過面と、上記第 1 の光学平面とのなす角を C とした場合に、上記角 A 及び上記角 C は、以下に示す (1) 式

$$A = 2C \quad (1)$$

を満たすこと

を特徴とする請求項 7 記載の画像表示装置。

【請求項 9】

上記反射光学素子は、凹面形状の反射面が上記光学瞳側を向くように、上記第 1 の光学平面側に配された凹面鏡であること

を特徴とする請求項 6 記載の画像表示装置。

【請求項 10】

上記反射光学素子は、ホログラム面が上記光学瞳側を向くように、上記第 1 の光学平面側に配された反射型ホログラム光学素子であること

を特徴とする請求項 6 記載の画像表示装置。

【請求項 11】

画像を表示する画像表示素子と、

上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、

第 1 の光学曲面と、上記第 1 の光学曲面に略平行に且つ光学瞳側に配される第 2 の光学曲面と、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第 1 の光学曲面及び上記第 2 の光学曲面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、

上記プリズムが有する上記第 1 の光学曲面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第 1 の光学曲面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、

上記プリズムの上記第 1 の光学曲面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第 1 の光学曲面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、

上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第 1 の光学曲面及び上記第 2 の光学曲面で内部全反射させながら、上記反射透過面まで導光し、上記画像光の導光中に上記画像の中間像が形成されること

を特徴とする画像表示装置。

【請求項 12】

上記反射光学素子は、凹面形状の反射面が上記光学瞳側を向くように、上記第 1 の光学曲面側に配された凹面鏡であること

を特徴とする請求項 11 記載の画像表示装置。

【請求項 13】

上記反射光学素子は、ホログラム面が上記光学瞳側を向くように、上記第1の光学曲面側に配された反射型ホログラム光学素子であることを特徴とする請求項11記載の画像表示装置。

【請求項14】

画像を表示する画像表示素子と、

上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、

第1の光学曲面と、上記第1の光学曲面に略平行に且つ光学瞳側に配される第2の光学曲面と、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第1の光学曲面及び上記第2の光学曲面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、

上記プリズムが有する上記第1の光学曲面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第1の光学曲面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、

上記プリズムの上記第1の光学曲面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第1の光学曲面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、

上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第1の光学曲面で内部全反射させて、上記反射透過面まで導光すること

を特徴とする画像表示装置。

【請求項15】

上記反射光学素子は、凹面形状の反射面が上記光学瞳側を向くように、上記第1の光学曲面側に配された凹面鏡であることを

を特徴とする請求項14記載の画像表示装置。

【請求項16】

上記反射光学素子は、ホログラム面が上記光学瞳側を向くように、上記第1の光学曲面側に配された反射型ホログラム光学素子であることを

を特徴とする請求項14記載の画像表示装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】画像表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示素子に表示される2次元画像を、反射透過（カタディオプトリック）光学素子を用いた虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させる画像表示装置に関し、詳しくは、虚像光学系を用いた頭部装着型の画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

画像表示素子に表示される2次元画像を反射透過光学素子を用いた虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させる頭部装着型の画像表示装置が考案されている（例えば、特許文献1参照）。このような頭部装着型の画像表示装置が有する虚像光学系は、人の顔、特に人の目の位置における顔面形状に沿った光学配置を取ることに由る装着感の向上、さらには、視野方向に対する薄型化や、光利用効率をできるだけ高くすることなどが望まれている。

【0003】

しかしながら、特許文献1で示される虚像光学系は、以下に示すような問題がある。

【0004】

(1) まず、特許文献1では、図8に示すような虚像光学系が開示されている。図8に示す虚像光学系では、画像表示素子320から射出されたS偏光の画像光を、レンズ360を介してプリズム300内に入射させる。この画像光は、プリズム300内に設けられた第1の反射面200にて反射され、進行方向を90度変えられる。

【0005】

この画像光は、同じくプリズム300内に設けられた、主に、S偏光を反射する第2の反射透過面920にて反射され、進行方向を90度変えられ、4分の1波長板930に入射される。4分の1波長板930に入射された画像光は、円偏光に変換され、凹面鏡900にて反射される。凹面鏡900で反射された画像光は、再び、4分の1波長板930に入射してP偏光に変換され、第2の反射透過面920を透過し、観察者の瞳に入射することになる。

【0006】

図8に示した、このような構成の虚像光学系は、画像光を射出する画像表示素子320の配置位置と、最終的に画像光を到達させる光学瞳の配置位置とを、プリズム300に対して同じ側にする必要があるため、顔面形状に沿った光学配置をとることが非常に困難となっているといった問題がある。

【0007】

また、第1の反射面200における画像光の反射は、100%とはなり得ないため、必ず光利用効率が大幅に低下してしまうといった問題もある。さらにまた、画像表示素子320から射出された画像光は、プリズム300内に設けられたプリズムの第1の反射面200にて90度曲げられ、そのまま第2の反射透過面920に入射されるため、プリズム300内に配された第2の反射透過面920の傾きとして、45度の角度が必要となり、観察者の視野方向にプリズム300が厚くなってしまうといった問題がある。

【0008】

(2) また、特許文献1では、図9に示すような虚像光学系も開示されている。図9に示す虚像光学系では、画像表示素子320から射出されたS偏光の画像光を、レンズ360を介してプリズム300内に入射させる。この画像光は、プリズム300内に設けられた反射面324に直接入射される。したがって、図9に示す虚像光学系では、当該プリズム300内に入射された画像光の反射回数が減少し、光利用効率の低下を抑制することができる。

【0009】

しかしながら、虚像光学系を構成する画像表示素子320と、レンズ360と、長手方

向に配されたプリズム300とが1直線上に並んでおり、図8に示した虚像光学系と同様に、顔面形状に沿って光学配置することが困難であるといった問題がある。また、図8に示した虚像光学系と同様に、プリズム300内に配された反射面324の傾きとして、45度の角度が必要となり、観察者の視野方向にプリズム300が厚くなってしまうといった問題がある。

【0010】

(3) さらに、特許文献1では、図10に示すような虚像光学系も開示されている。図10に示す虚像光学系では、画像表示素子320から射出されたS偏光の画像光を、レンズ360を介してプリズム300内に入射させる。プリズム300内に入射された画像光は、プリズム300内に45度以上に傾斜するように配された第1の反射面325にて反射され、プリズム300内で内部全反射をしてから、同じくプリズム300内に45度以上に傾斜するように配された第2の反射面324にて反射されプリズム300外へ射出される。

【0011】

このように、第1の反射面325、第2の反射面324は、プリズム300内にて45度以上の傾斜を持って配されているため、図8、図9で示した虚像光学系と比較して、観察者の視野方向にプリズム300が厚くなることを抑制することができる。

【0012】

ところが、このような構成の虚像光学系は、画像光を射出する画像表示素子320の配置位置と、最終的に画像光を到達させる光学瞳の配置位置とを、プリズム300に対して同じ側にする必要があるため、顔面形状に沿った光学配置をとることが非常に困難となっているといった問題がある。

【0013】

(4) また、図8で示した虚像光学系においては、反射光学素子である凹面鏡900がプリズム300内に埋め込まれている。したがって、凹面鏡900が埋め込まれているプリズム300の平面では、全反射によって画像光を導光させるといった手法を用いることができないため、必然的にプリズム300の厚みが必要になってしまうといった問題がある。

【0014】

また、図10に示す虚像光学系のように内部全反射を行う構成とした場合でも、接眼光学素子として、レンズを用いざるを得ないため、このレンズによって色収差が生じたり、厚みが増したりといった問題が生じてしまう。

【0015】

【特許文献1】米国特許第5886822号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明は、上述したような問題を解決するために案出されたものであり、使用者の顔面形状に沿うように光学系を配置し、さらに観察者の視野方向に対して薄型化すると共に高い光利用効率を実現する虚像光学系を有した頭部装着型の画像表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上述の目的を達成するために、本発明に係る画像表示装置は、画像を表示する画像表示素子と、上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、第1の光学平面と、上記第1の光学平面に略平行に且つ光学瞳側に配される第2の光学平面と、上記第1の光学平面又は上記第2の光学平面の法線とのなす角が30度以上、90度未満となる光軸を有し、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第1の光学平面及び上記第2の光学平面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリ

ズムと、上記プリズムが有する上記第1の光学平面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第1の光学平面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、上記プリズムの上記第1の光学平面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第1の光学平面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第1の光学平面及び上記第2の光学平面で内部全反射させながら、上記反射透過面まで導光し、上記画像光の導光中に上記画像の中間像が形成されることを特徴とする。

【0018】

また、上述の目的を達成するために、本発明に係る画像表示装置は、画像を表示する画像表示素子と、上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、第1の光学平面と、上記第1の光学平面に略平行に且つ光学瞳側に配される第2の光学平面と、上記第1の光学平面又は上記第2の光学平面の法線とのなす角が30度以上、90度未満となる光軸を有し、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第1の光学平面及び上記第2の光学平面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、上記プリズムが有する上記第1の光学平面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第1の光学平面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、上記プリズムの上記第1の光学平面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第1の光学平面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第1の光学平面で内部全反射させて、上記反射透過面まで導光することを特徴とする。

【0019】

また、上述の目的を達成するために、本発明に係る画像表示装置は、画像を表示する画像表示素子と、上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、第1の光学曲面と、上記第1の光学曲面に略平行に且つ光学瞳側に配される第2の光学曲面と、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第1の光学曲面及び上記第2の光学曲面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、上記プリズムが有する上記第1の光学曲面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第1の光学曲面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、上記プリズムの上記第1の光学曲面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第1の光学曲面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、上記プリズムは、上記入射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第1の光学曲面及び上記第2の光学曲面で内部全反射させながら、上記反射透過面まで導光し、上記画像光の導光中に上記画像の中間像が形成されることを特徴とする。

【0020】

また、上述の目的を達成するために、本発明に係る画像表示装置は、画像を表示する画像表示素子と、上記画像表示素子に表示された上記画像の画像光を中継するリレー光学系と、第1の光学曲面と、上記第1の光学曲面に略平行に且つ光学瞳側に配される第2の光学曲面と、上記リレー光学系で中継された上記画像光を入射する入射光学面と、上記第1の光学曲面及び上記第2の光学曲面に対して所定の傾きを有し、上記入射光学面から入射された上記画像光を反射又は透過する反射透過面とを少なくとも有するプリズムと、上記プリズムが有する上記第1の光学曲面側に配され、上記反射透過面で反射され、上記第1の光学曲面から射出された上記画像光を上記反射透過面に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子と、上記プリズムの上記第1の光学曲面と、上記反射光学素子との光路中に、上記第1の光学曲面又は上記反射光学素子との間に空気層を挟むようにして配され、上記画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子とを備え、上記プリズムは、上記入

射光学面から当該プリズム内に入射された上記画像光を、上記第1の光学曲面で内部全反射させて、上記反射透過面まで導光することを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明の画像表示装置は、プリズムの入射光学面の光軸と、第1の光学平面又は第2の光学平面の法線とのなす角を、30度以上、90度未満と規定することで、虚像光学系の光学配置を、一直線上に並ぶことなく観察者の顔面形状に沿うように配置することを可能とする。これにより、観察者が当該画像表示装置を装着した際の不快感を軽減させると共に、当該画像表示装置のデザイン性を高めることが可能となる。

【0022】

また、プリズム内で内部全反射によって画像光を導光することで、反射鏡などを使用して導光させた虚像光学系よりも光利用効率を高めることを可能とする。

【0023】

さらにまた、当該画像表示装置の虚像光学系を共軸光学系とした場合において、入射光学面の光軸と、第1の光学平面又は第2の光学平面の上記法線とのなす角をAとし、プリズムが有する反射透過面と、第1の光学平面とのなす角をCとした場合に、 $A = 2C$ で規定される角度範囲内で、プリズムを観察者の視野方向に対して薄型化することを可能とする。

【0024】

また、本発明の画像表示装置は、第1の光学曲面、第2の光学曲面を有するプリズムを備えることで、虚像光学系の光学配置を、一直線上に並ぶことなく観察者の顔面形状に沿うように配置することを可能とする。これにより、観察者が当該画像表示装置を装着した際の不快感を軽減させると共に、当該画像表示装置のデザイン性を高めることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明に係る画像表示装置の発明を実施するための最良の形態を図面を参照して詳細に説明をする。

【0026】

{第1の実施の形態}

図1を用いて、第1の実施の形態として示す画像表示装置10について説明をする。画像表示装置10は、画像を表示する画像表示素子11と、画像表示素子11で表示された画像の画像光を入射して光学瞳19に導く虚像光学系とを備えている。

【0027】

画像表示素子11は、例えば、有機EL (Electro Luminescence) ディスプレイ、無機EL ディスプレイや、液晶ディスプレイ (LCD: Liquid Crystal Display) などである。

【0028】

なお、本説明においては、画像表示素子11を液晶ディスプレイのように、直線偏光の画像光を射出するディスプレイとするが、画像表示素子11を無偏光の画像光を射出するディスプレイとする場合には、当該画像表示素子11の後段に無偏光から直線偏光を取り出す偏光板が必要となる。

【0029】

本発明においては、説明のため便宜上、画像表示素子11から射出される画像光をS型の直線偏光とする。

【0030】

虚像光学系は、リレーレンズ12、13、14と、内部に偏光ビームスプリッタ面16を有するプリズム15と、4分の1波長板17と、凹面鏡18とを備えている。虚像光学系を構成する上述の光学素子は、画像表示素子11と、光学瞳19との光路中に、リレーレンズ12、13、14、プリズム15、プリズム15内の偏光ビームスプリッタ面16

、4分の1波長板17、凹面鏡18とが図1に示すように配されることになる。画像表示装置10の虚像光学系は、リレーレンズ12、13、14、プリズム15、偏光ビームスプリッタ面16、4分の1波長板17、凹面鏡18の光学面の光軸が全て一致する、光軸対称な構成である共軸光学系である。

【0031】

図2に示すように観察者100は、光学瞳19の位置に自身の瞳101を合わせた場合に、画像表示素子11に表示される画像光を、この虚像光学系を介して拡大観察することができる。図2に示すように、画像表示装置10が備える画像表示素子11、リレーレンズ12、13、14は、観察者100の頭部形状に沿うような形状となっている。

【0032】

リレーレンズ12、13、14は、画像表示素子11から射出されたS型の直線偏光である画像光を後段のプリズム15に中継する。また、第1の実施の形態として示す画像表示装置10において、リレーレンズ12、13、14は、後段のプリズム15内に画像光の中間像を形成する。

【0033】

画像表示素子11と、リレーレンズ12、13、14とは、後述するプリズム15の入射光学面15aと平行に、つまり、それぞれの光軸が一致するように配置される。プリズム15は、画像表示素子11で射出され、リレーレンズ12、13、14を介して入射されたS型の直線偏光である画像光を入射光学面15aから入射させ、互いに略平行に配されている第1の光学平面15bで2回、第2の光学平面15cで1回、内部全反射させる。なお、本発明は、プリズム15内に入射された画像光の、第1の光学平面、第2の光学平面による内部全反射の回数に限定されるものではない。

【0034】

入射光学面15aは、その光軸と、第1の光学平面15bの法線又は第2の光学平面15cの法線とのなす角Aが30度以上、90度未満の範囲となるようにプリズム15に設けられている。この角Aの角度範囲については、後で詳細に説明をする。

【0035】

入射光学面15aから入射した画像光は、第1の光学平面15bの領域15b1において、1回目の全反射をし、第2の光学平面15cの領域15c1で2回目の全反射をし、再び、第1の光学平面15bの領域15b2で3回目の全反射をする。領域15b2で全反射された画像光は、プリズム15内に反射透過面として形成され偏光ビームスプリッタ面16に入射する。プリズム15内に入射された画像光は、第2の光学平面15cの領域15c1における全反射の後、当該プリズム15内で中間像を形成することになる。このプリズム15内に中間像を形成すると、短い焦点距離であっても拡大観察させる虚像のサイズを大きくすることができる。つまり、中間像を形成する虚像光学系では、焦点距離を稼ぐことができる。

【0036】

偏光ビームスプリッタ面16は、入射された画像光の偏光の違いに応じて反射又は透過をする反射透過面である。偏光ビームスプリッタ面16は、S型の直線偏光を反射して、S型の直線偏光の振動面に対して垂直な振動面で振動するP型の直線偏光を透過するものとする。したがって、第1の光学平面15bの領域15b2で2回目の全反射をした画像光は、この偏光ビームスプリッタ面16に入射し、反射されることになる。偏光ビームスプリッタ面16で反射された画像光は、第1の光学平面15bの領域15b2に対して、臨界角以内、つまり全反射条件を満たさない角度で入射するためプリズム15外へ射出される。プリズム15外へ射出された画像光は、4分の1波長板17に入射される。

【0037】

プリズム15内に形成する反射透過面を、直線偏光の振動方向の違いに応じて反射又は透過をする偏光ビームスプリッタ面16としたが、本発明は、これに限定されるものではなく、反射透過面として、例えば、画像光が入射される角度に応じて反射透過特性が変わる誘電体多層膜、ホログラム層などを用いることもできる。

【0038】

4分の1波長板17は、入射された画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子であり、入射された直線偏光を円偏光に変換し、入射された円偏光を直線偏光に変換する。具体的には、プリズム15から射出されたS型の直線偏光である画像光を、左回りの円偏光に変換する。また、4分の1波長板17は、後段の凹面鏡18で反射され右回りの円偏光となった画像光をP型の直線偏光に変換する。

【0039】

4分の1波長板17は、プリズム15の第1の光学平面15bの領域15b2近傍に配された凹面鏡18に備え付けられている。4分の1波長板17を備え付けた凹面鏡18は、第1の光学平面15bとの間に所定の間隔の空気層A_irを設けるように配されている。この空気層A_irは、領域15b2において、プリズム15内に入射された画像光が2回目の全反射を行うために設けられている。

【0040】

図示しないが、4分の1波長板17は、第1の光学平面15bの領域15b2に直接貼り付けてもよい。この場合、4分の1波長板17と、凹面鏡18との間に空気層A_irが設けられることになる。

【0041】

凹面鏡18は、4分の1波長板17から射出された左回りの円偏光である画像光を、虚像結像のための正の光学パワーを与え、略平行光として反射し、再び4分の1波長板17に入射させる。

【0042】

4分の1波長板17に入射された左回りの円偏光である画像光は、P型の直線偏光に変換され、プリズム15内に入射する。そして、この画像光は、偏光ビームスプリッタ面16を透過して、再び、プリズム15へ射出され、光学瞳19に到達する。

【0043】

ここで、入射光学面15aの光軸と、第1の光学平面15b又は第2の光学平面15cの法線とのなす角Aの角度範囲について説明をする。上述したように、この角Aは、30度以上、90度未満の角度範囲を有しており、画像表示装置10において、画像表示素子11、リレーレンズ12、13、14の光軸は、入射光学面15aの光軸に一致するように配されることになる。

【0044】

まず、角Aの上限である90度について説明をする。角Aが90度である場合は、プリズム15の入射光学面15aの光軸が、第1の光学平面15b又は第2の光学平面15cの法線に対して垂直になっている状態である。つまり、角Aが90度となるように、プリズム15の入射光学面15aのプリズム15における位置を決め、画像表示素子11、リレーレンズ12、13、14をそれに対応して配置させた場合、観察者の顔面形状を全く無視した光学配置となり、当該画像表示装置10を頭部装着した際の違和感が最も高い状態となる。したがって、角Aは、90度未満とする。

【0045】

次に、角Aの下限值である30度について説明する。角Aの下限値は、画像表示素子11から射出される画像光の中心画角の主光線が、プリズム15内で全反射するための条件によって決まる。現在、最も大きな屈折率の光学材料でプリズム15を形成した場合に、角Aは、最小となる。

【0046】

具体的には、図3に示すように、画像表示素子11から射出される画像光の中心画角の主光線Lが、プリズム15内に光入射面15aから入射され、第1の光学平面15bで内部全反射するための条件から、角Aを求めることができる。

【0047】

つまり、プリズム15の屈折率を $n=2$ 、空気の屈折率を $n'=1$ とし、角Aが臨界角となるように屈折の法則を適用すると、 $2 \cdot \sin A = 1 \cdot \sin 90 = 1$ となるため、

$\sin A = 1/2$ となり、 $A = 30$ 度となる。

【0048】

このようにして、角Aの角度範囲は、30度以上、90度未満とすることができる。

【0049】

上述したように、画像表示装置10の虚像光学系は、リレーレンズ12、13、14、プリズム15、偏光ビームスプリッタ面16、4分の1波長板17、凹面鏡18の光学面の光軸が全て一致する、光軸対称な構成である共軸光学系である。

【0050】

このような共軸光学系である画像表示装置10の虚像光学系では、上述した角Aを、図4に示すような、プリズム15内に配される偏光ビームスプリッタ面16と、第1の光学平面15bとのなす角、角Cによってさらに規定することができる。角Cは、偏光ビームスプリッタ面16と、第1の光学平面15bとのなす角であるため、角Cの値が小さければ、小さいほどプリズム15の第1の光学平面15bと、第2の光学平面15cとの間隔を狭めることができるため、プリズム15の観薄型化を実現することができる。しかし、角Cを際限なく、小さくすることはできず、観察者の頭部に装着して、十分な画角と、適切なアイレリーフを確保しようとした場合には、角Cは、ある程度の角度を保つことが要求されることになる。

【0051】

以下に、角Aと、角Cとの関係について説明をする。まず、角Cは、入射光学面15aと、第1の光学平面15bとのなす角である角Bとの間に、(1)式で示す関係を有している。

【0052】

$$B - 2C = 0 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (1)$$

この(1)式は、入射光学面15aからプリズム15内に入射し、内部全反射しながら偏光ビームスプリッタ面16に到達した画像光を、光学平面15bに垂直となるように反射して、プリズム15外へ射出するために必要となる関係式である。

【0053】

また、角Bと、角Aとは、幾何図形的に $B = A$ という関係であることから、(2)式に示すような関係が成り立つ。

【0054】

$$A - 2C = 0 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (2)$$

これより、角Aは、角Cを用いて、(3)式に示すように規定することができる。

【0055】

$$A = 2C \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (3)$$

例えば、画像表示装置10を、15度程度の画角、4mm程度の瞳径、20mm程度のアイレリーフをとるように設計した場合、角度Cは、最低でも20度程度必要となる。したがって、(3)式から、角Aは、40度以上の角度が要求されることになる。このように、30度以上、90度未満の角度範囲で規定される角度Aは、角度C、つまりプリズム15の形状に応じてさらに規定される。

【0056】

続いて、画像表示装置10が備える虚像光学系において、観察者に到達する画像光の光路について説明をする。画像表示素子11に表示され、射出された画像光は、まず、リレーレンズ12、13、14を介してプリズム15に、入射光学面15aから入射される。

【0057】

プリズム15内に入射された画像光は、第1の光学平面15bで1回目の内部全反射をし、続いて、第2の光学平面15cで2回目の内部全反射をし、再び、第1の光学平面15bで3回目の内部全反射をして、偏光ビームスプリッタ面16に入射される。

【0058】

偏光ビームスプリッタ面16は、S型の直線偏光である画像光を、第1の光学平面15b方向に反射する。全反射条件がはずれた画像光は、プリズム15外へ射出され、4分の

1 波長板 17 に入射し、S 型の直線偏光が左回りの円偏光に変換される。左回りの円偏光に変換された画像光は、凹面鏡 18 で反射され、右回りの円偏光となり、再び、4 分の 1 波長板 17 に入射される。右回りの円偏光である画像光は、4 分の 1 波長板 17 で、P 型の直線偏光に変換され、プリズム 15 に入射し、偏光ビームスプリッタ面 16 を透過して観察者の瞳が配置される光学瞳 19 に到達する。

【0059】

このような構成の画像表示装置 10 は、プリズム 15 の入射光学面 15a の光軸と、第 1 の光学平面 15b 又は第 2 の光学平面 15c の法線とのなす角 A を、30 度以上、90 度未満と規定することで、虚像光学系の光学配置を、一直線上に並ぶことなく観察者の顔面形状に沿うように配置することができる。

【0060】

また、プリズム 15 内で内部全反射によって画像光を導光することで、反射鏡などを使用して導光させた虚像光学系よりも光利用効率を高めることができる。

【0061】

〔第 2 の実施の形態〕

続いて、図 5 を用いて、本発明の第 2 の実施の形態として示す画像表示装置 20 について説明をする。画像表示装置 20 は、図 1 を用いて説明した画像表示装置 10 のプリズム 15 を、プリズム 21 に代えた構成となっている。なお、画像表示装置 20 は、画像表示装置 10 のプリズム 15 を、プリズム 21 に代えた以外は、全く同一の構成であるため、同一個所には同一符号を付して説明を省略する。

【0062】

プリズム 21 は、プリズム 15 よりも長手方向に短くなっており、画像表示素子 11 から射出され、リレーレンズ 12, 13, 14 を介して、入射光学面 21a より入射された画像光が、当該プリズム 21 内で中間像を形成することなく、第 2 の光学平面 21c では内部全反射されずに、第 1 の光学平面 21b によって 1 回だけ内部全反射されて、偏光ビームスプリッタ面 16 に入射されることになる。

【0063】

また、上述した画像表示装置 10 において規定した 30 度以上、90 度未満という角 A の角度範囲も、そのまま画像表示装置 20 にも適用することができる。また、画像表示装置 20 の虚像光学系も共軸光学系であることから、(3) 式で示した角 A と、角度 C との関係も、同じように、画像表示装置 20 の偏光ビームスプリッタ面 16 と、第 1 の光学平面 21b とのなす角 C に適用することができる。

【0064】

続いて、画像表示装置 20 が備える虚像光学系において、観察者に到達する画像光の光路について説明をする。画像表示素子 11 に表示され、射出された画像光は、まず、リレーレンズ 12, 13, 14 を介してプリズム 21 に、入射光学面 21a から入射される。

【0065】

プリズム 21 内に入射された画像光は、第 1 の光学平面 21b で 1 回だけ内部全反射をし、偏光ビームスプリッタ面 16 に入射される。

【0066】

偏光ビームスプリッタ面 16 は、S 型の直線偏光である画像光を、第 1 の光学平面 21b 方向に反射する。全反射条件がはずれた画像光は、プリズム 21 外へ射出され、4 分の 1 波長板 17 に入射し、S 型の直線偏光が左回りの円偏光に変換される。左回りの円偏光に変換された画像光は、凹面鏡 18 で反射され、右回りの円偏光となり、再び、4 分の 1 波長板 17 に入射される。右回りの円偏光である画像光は、4 分の 1 波長板 17 で、P 型の直線偏光に変換され、プリズム 15 に入射し、偏光ビームスプリッタ面 16 を透過して観察者の瞳が配置される光学瞳 22 に到達する。

【0067】

このような構成の画像表示装置 20 は、プリズム 21 の入射光学面 21a の光軸と、第 1 の光学平面 21b 又は第 2 の光学平面 21c の法線とのなす角 A を、30 度以上、90

度未満と規定することで、虚像光学系の光学配置を、一直線上に並ぶことなく観察者の顔面形状に沿うように配置することができる。

【0068】

また、プリズム 21 内で内部全反射によって画像光を導光することで、反射鏡などを使用して導光させた虚像光学系よりも光利用効率を高めることができる。

【0069】

さらに、画像表示装置 20 は、プリズム 21 内での全反射を 1 回とし、中間像を形成しないように画像光を導光することで、画像表示装置 10 と比較して、小型、軽量化することができる。

【0070】

{第 3 の実施の形態}

続いて、図 6 を用いて、本発明の第 3 の実施の形態として示す画像表示装置 30 について説明をする。画像表示装置 30 は、図 1 を用いて説明した画像表示装置 10 のプリズム 15 を、プリズム 31 に代えた構成となっている。なお、画像表示装置 30 は、画像表示装置 10 のプリズム 15 を、プリズム 31 に代えた以外は、全く同一の構成であるため、同一個所には同一符号を付して説明を省略する。

【0071】

プリズム 31 は、プリズム 15 における、第 1 の光学平面 15 b と、第 2 の光学平面 15 c のように平行な平面ではなく、平行な曲面である第 1 の光学曲面 31 b と、第 2 の光学曲面 31 c とで、入射光学面 31 a より入射された画像光を内部全反射しながら導光するプリズムである。プリズム 31 では、プリズム 15 と同様に、当該プリズム 31 内で中間像が形成される。

【0072】

このようなプリズム 31 を備える画像表示装置 30 の虚像光学系は、画像表示装置 10 のように全ての光軸が一致した共軸光学系ではなく、偏りのある光軸を有する偏心光学系となっている。画像表示装置 30 は、虚像光学系に、第 1 の光学曲面 31 b、第 2 の光学曲面 31 c を有するプリズム 31 を用いることで、観察者の顔面形状に沿うような光学配置を実現している。

【0073】

続いて、画像表示装置 30 が備える虚像光学系において、観察者に到達する画像光の光路について説明をする。画像表示素子 11 に表示され、射出された画像光は、まず、リレーレンズ 12, 13, 14 を介してプリズム 31 に、入射光学面 31 a から入射される。

【0074】

プリズム 31 内に入射された画像光は、第 1 の光学平面 31 b で 1 回目の内部全反射をし、続いて、第 2 の光学平面 31 c で 2 回目の内部全反射をし、再び、第 1 の光学平面 31 b で 3 回目の内部全反射をして、偏光ビームスプリッタ面 16 に入射される。

【0075】

偏光ビームスプリッタ面 16 は、S 型の直線偏光である画像光を、第 1 の光学曲面 31 b 方向に反射する。全反射条件がはずれた画像光は、プリズム 31 外へ射出され、4 分の 1 波長板 17 に入射し、S 型の直線偏光が左回りの円偏光に変換される。左回りの円偏光に変換された画像光は、凹面鏡 18 で反射され、右回りの円偏光となり、再び、4 分の 1 波長板 17 に入射される。右回りの円偏光である画像光は、4 分の 1 波長板 17 で、P 型の直線偏光に変換され、プリズム 31 に入射し、偏光ビームスプリッタ面 16 を透過して観察者の瞳が配置される光学瞳 32 に到達する。

【0076】

このような構成の画像表示装置 30 は、第 1 の光学曲面 31 b、第 2 の光学曲面 32 b を有するプリズム 31 を備えることで、虚像光学系の光学配置を、一直線上に並ぶことなく観察者の顔面形状に沿うように配置することができる。

【0077】

また、プリズム 31 内で内部全反射によって画像光を導光することで、反射鏡などを使

用して導光させた虚像光学系よりも光利用効率を高めることができる。

【0078】

〔第4の実施の形態〕

続いて、図7を用いて、本発明の第4の実施の形態として示す画像表示装置40について説明をする。画像表示装置40は、図6を用いて説明した画像表示装置30のプリズム31を、プリズム41に代えた構成となっている。なお、画像表示装置40は、画像表示装置30のプリズム31を、プリズム41に代えた以外は、全く同一の構成であるため、同一個所には同一符号を付して説明を省略する。

【0079】

プリズム41は、プリズム31よりも長手方向に短くなっており、画像表示素子11から射出され、リレーレンズ12、13、14を介して、入射光学面41aより入射された画像光が、当該プリズム41内で中間像を形成することなく、第2の光学平面41cでは内部全反射されずに、第1の光学平面41bによって1回だけ内部全反射されて、偏光ビームスプリッタ面16に入射されることになる。

【0080】

このようなプリズム41を備える画像表示装置40の虚像光学系は、画像表示装置30と同様に、偏りのある光軸を有する偏心光学系となっている。画像表示装置40は、虚像光学系に、第1の光学曲面41b、第2の光学曲面41cを有するプリズム41を用いることで、観察者の顔面形状に沿うような光学配置を実現している。

【0081】

続いて、画像表示装置40が備える虚像光学系において、観察者に到達する画像光の光路について説明をする。画像表示素子11に表示され、射出された画像光は、まず、リレーレンズ12、13、14を介してプリズム41に、入射光学面41aから入射される。

【0082】

プリズム41内に入射された画像光は、第1の光学平面41bで1回だけ内部全反射され、偏光ビームスプリッタ面16に入射される。

【0083】

偏光ビームスプリッタ面16は、S型の直線偏光である画像光を、第1の光学平面41b方向に反射する。全反射条件がはずれた画像光は、プリズム41外へ射出され、4分の1波長板17に入射し、S型の直線偏光が左回りの円偏光に変換される。左回りの円偏光に変換された画像光は、凹面鏡18で反射され、右回りの円偏光となり、再び、4分の1波長板17に入射される。右回りの円偏光である画像光は、4分の1波長板17で、P型の直線偏光に変換され、プリズム41に入射し、偏光ビームスプリッタ面16を透過して観察者の瞳が配置される光学瞳42に到達する。

【0084】

このような構成の画像表示装置40は、第1の光学曲面41b、第2の光学曲面42bを有するプリズム41を備えることで、虚像光学系の光学配置を、一直線上に並ぶことなく観察者の顔面形状に沿うように配置することができる。

【0085】

また、プリズム41内で内部全反射によって画像光を導光することで、反射鏡などを使用して導光させた虚像光学系よりも光利用効率を高めることができる。

【0086】

なお、第1乃至第4の実施の形態として示した画像表示装置10、20、30、40がそれぞれ備えるプリズム15、21、31、41の入射光学面15a、21a、31a、41aを平面として記載しているが、これを非球面化することで、収差特性を向上させた構成とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】本発明の第1の実施の形態として示す画像表示装置の構成について説明するための図である。

【図 2】同画像表示装置の使用形態について示した図である。

【図 3】同画像表示装置が備えるプリズムに画像光が入射する際の角度について説明するための図である。

【図 4】同画像表示装置が備えるプリズムに画像光を入射する際の角度が、プリズムの形状に応じて、さらに規定される場合について説明するための図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施の形態として示す画像表示装置の構成について説明するための図である。

【図 6】本発明の第 3 の実施の形態として示す画像表示装置の構成について説明するための図である。

【図 7】本発明の第 4 の実施の形態として示す画像表示装置の構成について説明するための図である。

【図 8】従来の技術として示す画像表示装置が備える第 1 の虚像光学系について説明するための図である。

【図 9】従来の技術として示す画像表示装置が備える第 2 の虚像光学系について説明するための図である。

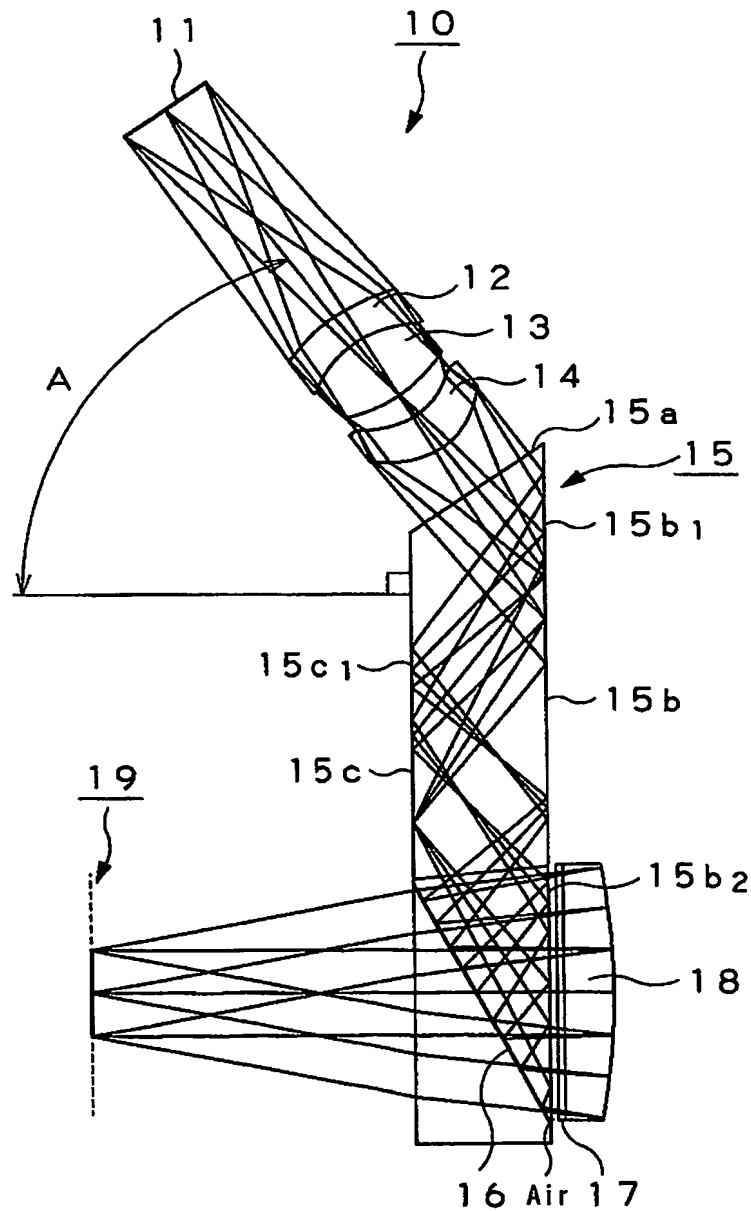
【図 10】従来の技術として示す画像表示装置が備える第 3 の虚像光学系について説明するための図である。

【符号の説明】

【0088】

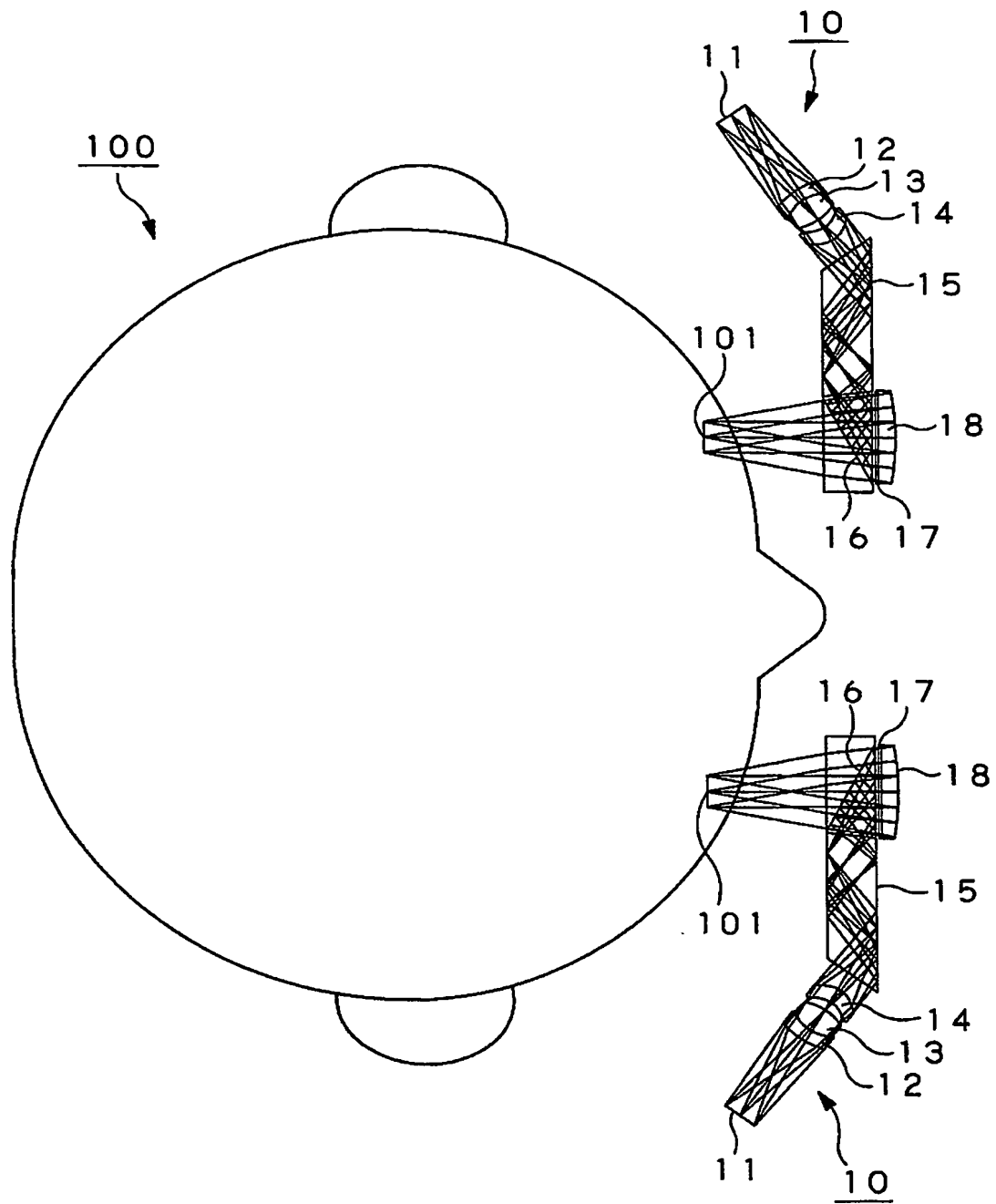
10, 20, 30, 40 画像表示装置、11 画像表示素子、12, 13, 14 リ
レーレンズ、15, 21, 31, 41 プリズム、16 偏光ビームスプリッタ面、17
4分の1波長板、18 凹面鏡

【書類名】 図面
【図1】

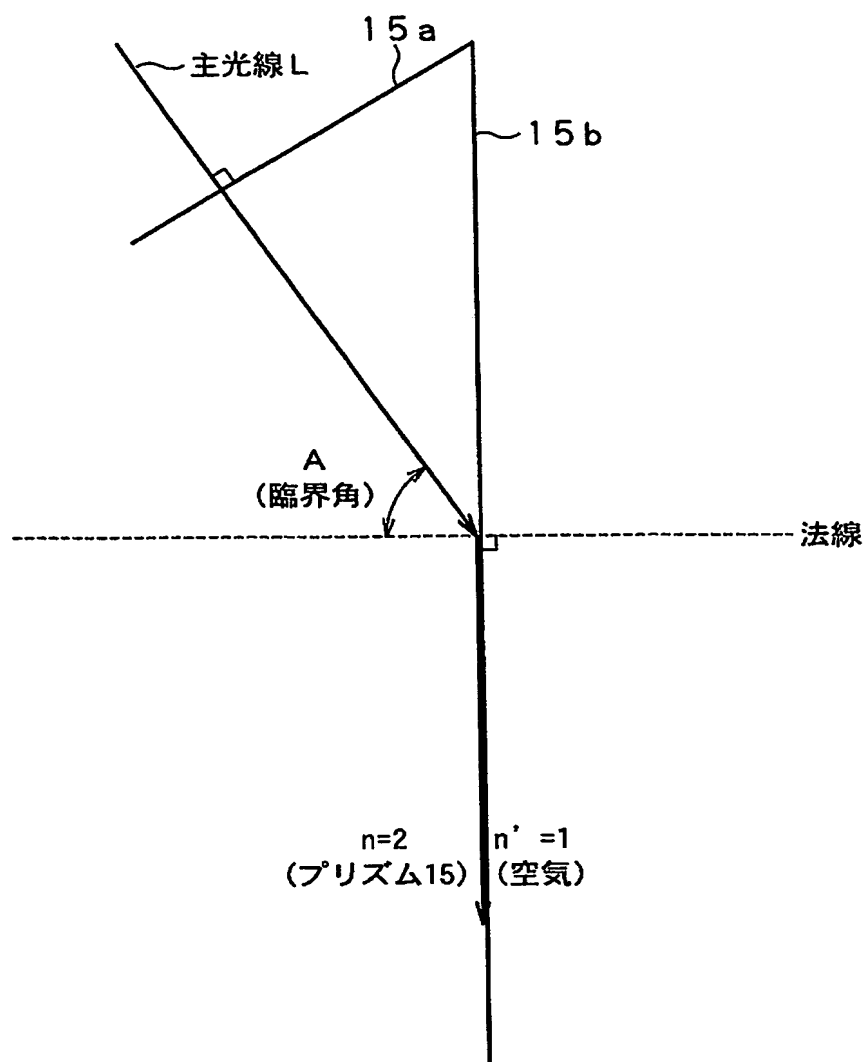


- 12, 13, 14 : リレーレンズ
 15 : プリズム
 16 : 偏光ビームスプリッタ面
 17 : 4分の1波長板
 18 : 凹面鏡

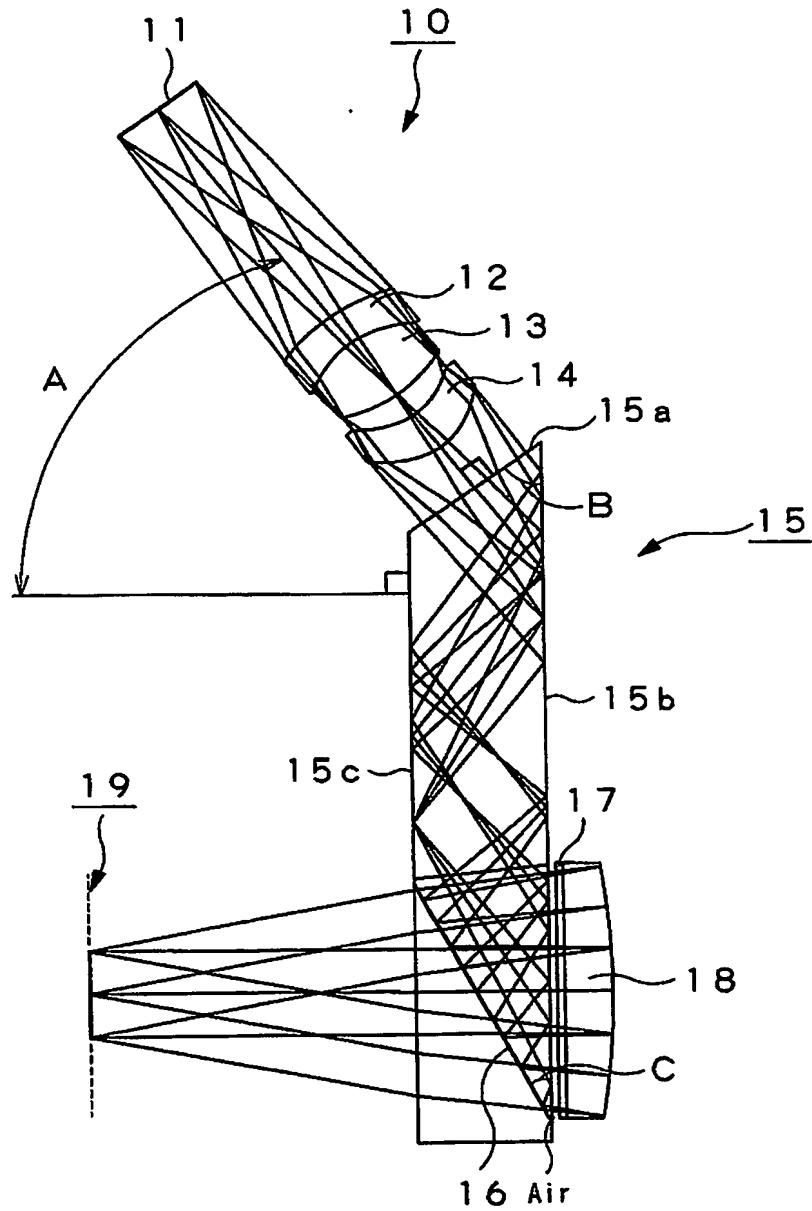
【図 2】



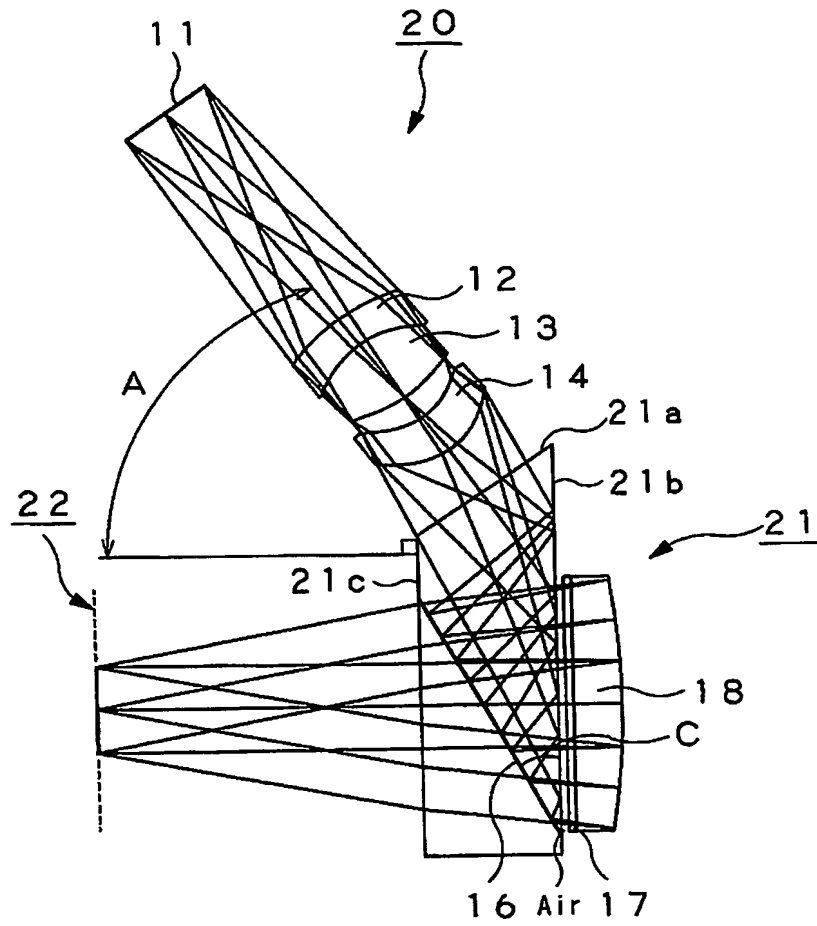
【図 3】



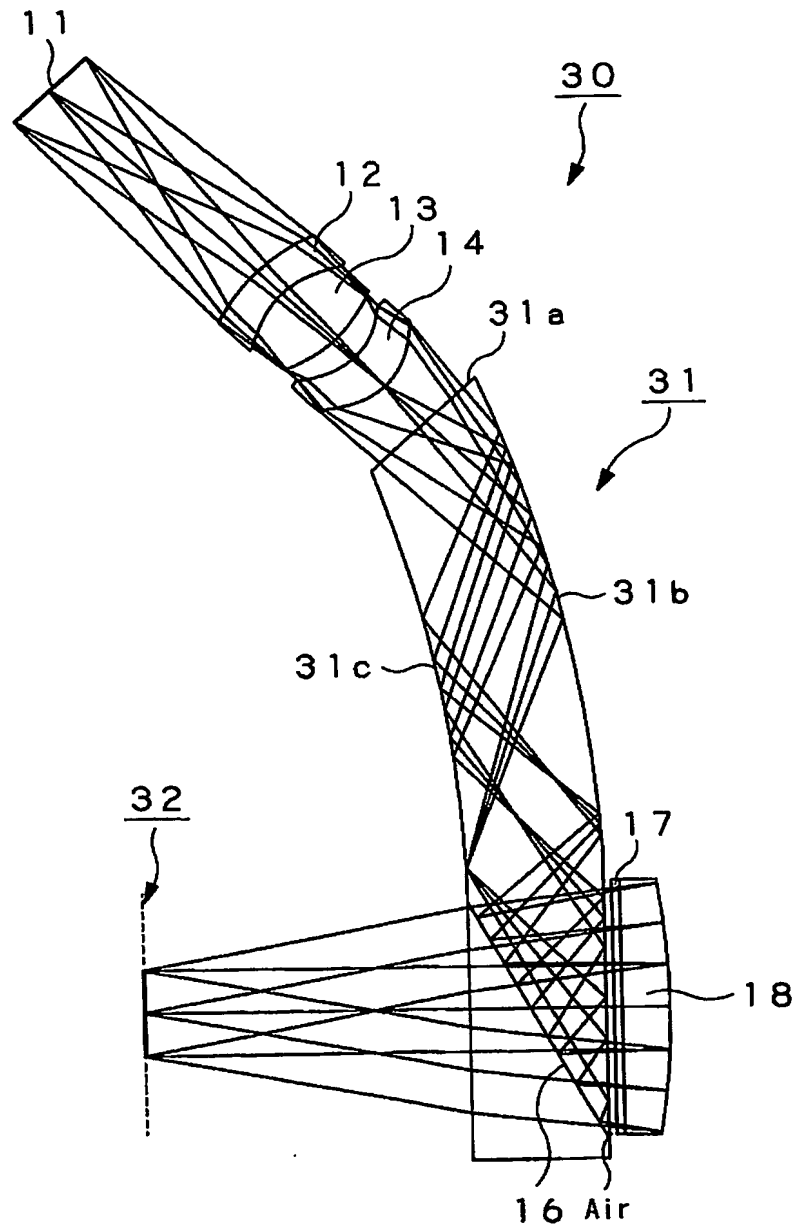
【図 4】



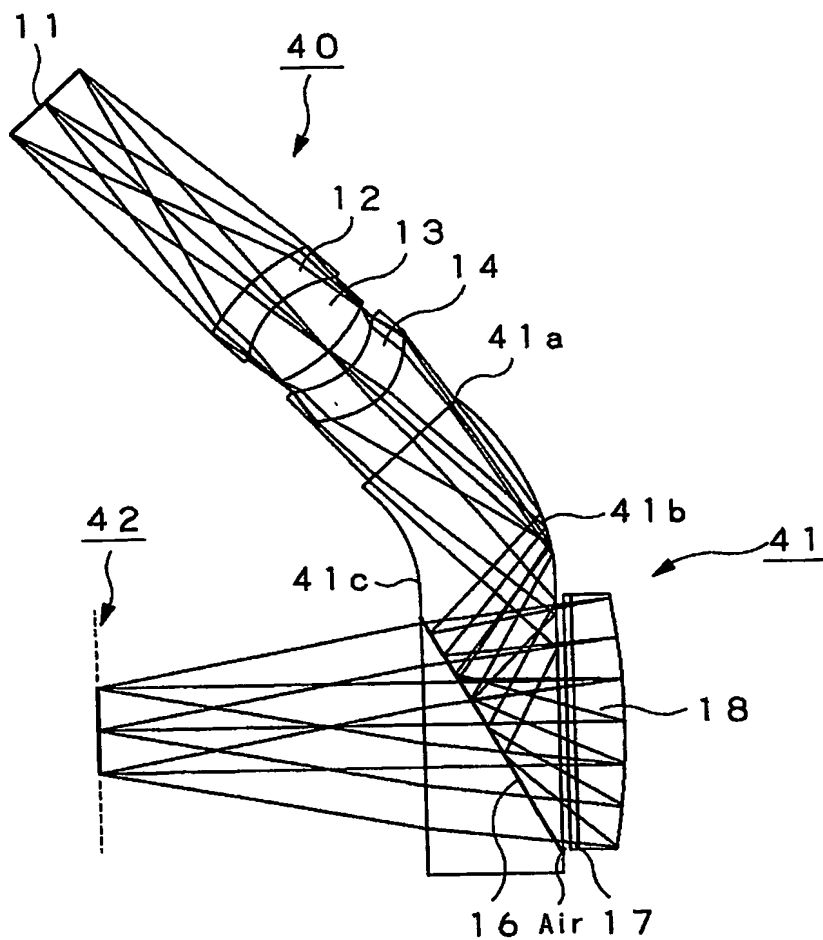
【図 5】



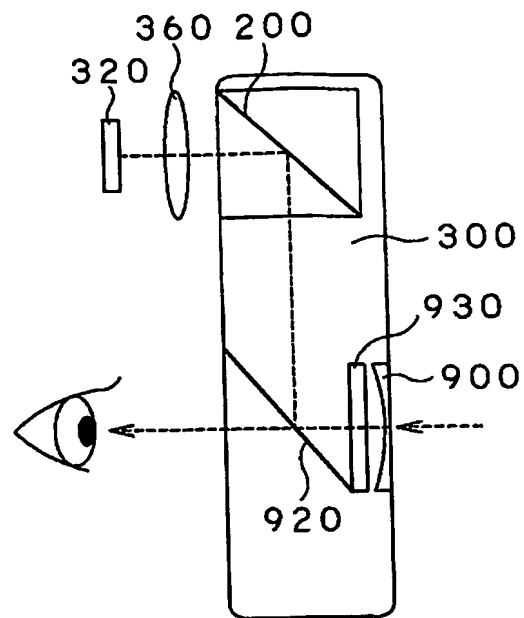
【図 6】



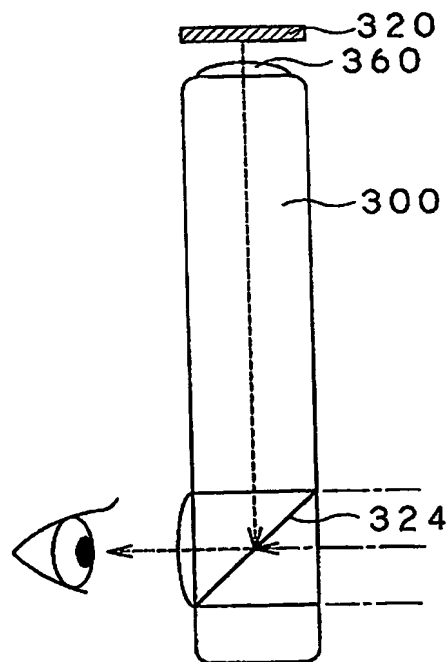
【図7】



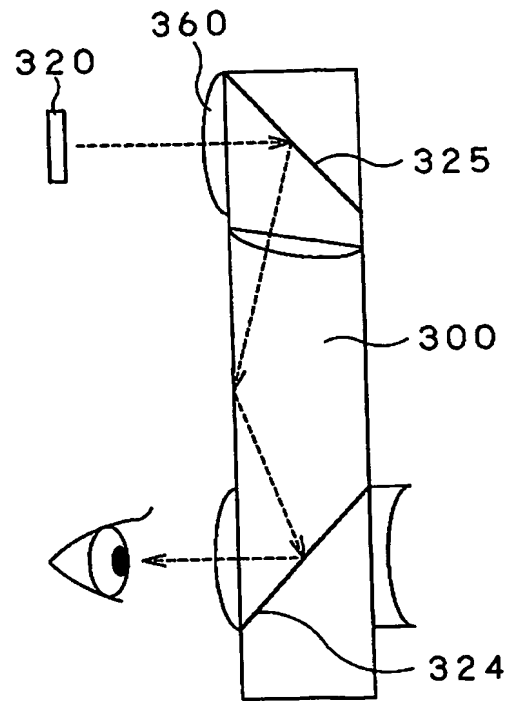
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 観察者の顔面形状に沿った光学配置を有する虚像光学系とする。

【解決手段】 第1の光学平面15bと、第1の光学平面15bに略平行に且つ光学瞳19側に配される第2の光学平面15cと、第1の光学平面15b又は第2の光学平面15cの法線とのなす角が30度以上、90度未満となる光軸を有し、画像表示素子11に表示され、リレー光学系12で中継された画像光を入射する入射光学面15aと、入射光学面15aから入射された画像光を反射又は透過する反射透過面16とを有するプリズム15と、反射透過面16で反射され、第1の光学平面15bから射出された画像光を反射透過面16に向け、略平行光となるように反射する反射光学素子18と、第1の光学平面15bと、反射光学素子18との光路中に配され、画像光の偏光状態を変換する位相差光学素子17とを備えることで実現する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 4 - 0 6 4 7 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003891

International filing date: 07 March 2005 (07.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-064712
Filing date: 08 March 2004 (08.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse